

4
Priority
Paper
MHA
5/21/01

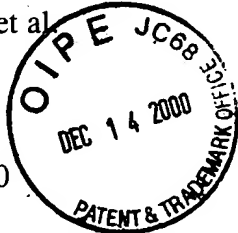
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:)

Atsushi WATANABE, et al.)

Serial No.: 09/688,042)

Filed: October 12, 2000)



Group Art Unit: Unassigned

Examiner: Unassigned

For: GRAPHIC DISPLAY APPARATUS FOR ROBOT SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231*

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 289508/1999
Filed: October 12, 1999.

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,
STAAS & HALSEY LLP

By: _____

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500
Date: December 14, 2000

#4

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

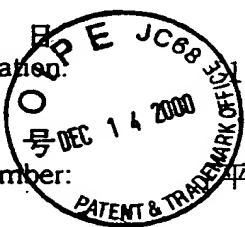
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 1999年10月12日

出 願 番 号
Application Number: 平成11年特許願第289508号

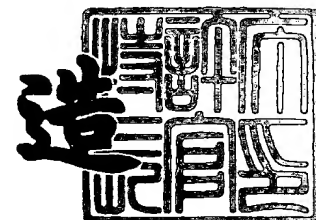
出 願 人
Applicant(s): ファナック株式会社



2000年10月27日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3088099

【書類名】 特許願

【整理番号】 20237P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05B 19/18

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 渡邊 淳

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 小坂 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 長塚 嘉治

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代表者】 稲葉 清右衛門

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【選任した代理人】

【識別番号】 100101915

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩野入 章夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロボットシステム用グラフィック表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットの 3 次元モデルを画面上に配置してアニメーションで動作させ、ロボットの動作を画面上に表示する手段と、

ロボットの 3 次元モデルと、ロボットを用いたシステムで使用する周辺機器、機械または部品の 3 次元モデルの 1 つ以上とを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段に記憶された 3 次元モデルの中から 1 以上を画面上で選択する手段と、

前記選択した各 3 次元モデルの寸法を画面上で調整する手段と、

前記寸法を調整した各 3 次元モデルを画面上に配備して表示する手段とを備え

、
前記寸法調整したロボットの 3 次元モデル、若しくは該寸法調整したロボットの 3 次元モデルと前記寸法調整した周辺機器、機械または部品の 3 次元モデルを、1 画面上に配備して表示することで、ロボットを用いたシステムの少なくとも一部を近似することを特徴とするロボットシステム用グラフィック表示装置。

【請求項 2】 ロボットの 3 次元モデルを画面上に配置してアニメーションで動作させ、ロボットの動作を画面上に表示する手段と、

ロボットの 3 次元モデルを記憶する第 1 の記憶手段と、

ロボットを用いたシステムで使用する周辺機器、機械または部品の 3 次元モデルを 1 つ以上記憶する第 2 の記憶手段と、

前記第 2 の記憶手段に記憶された 3 次元モデルの中の 1 以上を画面上で選択する手段と、

前記選択した 3 次元モデルの寸法を画面上で調整する手段と、

前記第 1 の記憶手段に記憶するロボットの 3 次元モデルと前記寸法を調整した 3 次元モデルを画面上に配備して表示する手段とを備え、

前記ロボットの 3 次元モデルと、前記寸法調整した周辺機器、機械または部品の 3 次元モデルを、1 画面上に配備して表示することで、ロボットを用いたシステムの少なくとも一部を近似することを特徴とするロボットシステム用グラフィ

ック表示装置。

【請求項 3】 ロボットプログラムの少なくとも一部分に対応するロボットの動作を画面上にアニメーションで表示させる手段を備えた請求項 1、請求項 2 に記載のロボットシステム用グラフィック表示装置。

【請求項 4】 前記周辺機器及び機械または部品の 3 次元モデルは分類され、分類された種類毎に画面上に複数の異なったタイプが表示され、この表示されたタイプから 3 次元モデルを選択するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の内 1 項記載のロボットシステム用グラフィック表示装置。

【請求項 5】 ロボット周辺機器、機械又は部品の 3 次元モデルを前記記憶手段に追加する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の内 1 項記載のロボットシステム用グラフィック表示装置。

【請求項 6】 ロボット制御装置と情報を送受する手段を備え、前記情報を送受する手段を介してロボット制御装置から送られてくる実際の周辺機器、機械または部品の特徴を作る位置のデータに基づいて前記周辺機器、機械または部品の 3 次元モデルの形状調整を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の内 1 項記載のロボットシステム用グラフィック表示装置。

【請求項 7】 ロボットを用いた作業システムのレイアウトの平面図を画面上に表示し、前記レイアウトに合わせてロボットの 3 次元モデルや周辺機器、機械又は部品の 3 次元モデルを画面上に配置することで、ロボットを用いた生産システムのモデリングを行えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の内 1 項記載のロボットシステム用グラフィック表示装置。

【請求項 8】 前記レイアウトは、スキャナで外部から取り込むことを特徴とする請求項 7 記載のロボットシステム用グラフィック表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボットのオフラインプログラミングに利用され、ロボットの動作をアニメーションで動作させるロボットシステム用グラフィック表示装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ロボットの 3 次元モデルを画面上に描画し、ロボットに教示した動作プログラムに基づいて、該描画したロボットの 3 次元モデルをアニメーション動作させて、教示プログラムの動作を確認し調整する方法は従来から公知である。このロボットの 3 次元モデルを教示プログラムに基づいてアニメーション動作させる動作シミュレーションは、ロボット動作を確認したり、ロボット作業と関係する周辺機器や機械、部品（ワーク）とのロボット動作の関係、これらのものとロボットとの干渉等を検出し、ロボット動作プログラムを修正する等の作業に役立てている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ロボット及びロボット作業と関係する周辺機器や機械、部品の 3 次元モデル用いるアニメーション動作によって教示プログラムのシミュレーションを行う従来のロボットシステム用グラフィック表示装置においては、ロボット作業と関係する周辺機器や機械、部品の大きさが変化したとき、例えば、ロボットアーム先端に装着するツールの大きさが変わったときや、シーリング材の塗布や溶接を行う部品の大きさが変わったとき等、再度これらの 3 次元モデルを作成し登録しなければならないという問題があった。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明は、ロボットの 3 次元モデルを画面上に配置してアニメーションで動作させ、ロボットの動作を画面上に表示する手段を備えるロボットシステム用グラフィック表示装置において、ロボットの 3 次元モデルと、ロボットを用いたシステムで使用する周辺機器、機械または部品の 3 次元モデルの 1 つ以上とを記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶された 3 次元モデルの中から 1 以上を画面上で選択する手段と、前記選択した各 3 次元モデルの寸法を画面上で調整する手段と、前記寸法を調整した各 3 次元モデルを画面上に配備して表示する手段とを設け、前記寸法調整したロボットの 3 次元モデル、若しく

は該寸法調整したロボットの3次元モデルと前記寸法調整した周辺機器、機械または部品の3次元モデルを、1画面上に配備して表示することで、ロボットを用いたシステムの少なくとも一部を容易に近似することができるようにした。

【0005】

又、ロボットの形状に変更があまりない場合には、すでに寸法が調整されたロボットの3次元モデルを記憶手段に記憶しておき、ロボットの3次元モデルはこの、確定している3次元モデルを使用するようにする。

【0006】

更に、ロボットプログラムの少なくとも一部分に対応するロボットの動作を画面上にアニメーションで表示させる手段をも設ける。

【0007】

特に、前記周辺機器及び機械または部品の3次元モデルは分類され、分類された種類毎に画面上に複数の異なったタイプが表示され、この表示されたタイプから3次元モデルを選択するようにしている。

【0008】

又、ロボット周辺機器、機械の3次元モデルを前記記憶手段に追加する手段を備え、新たな周辺機器、機械、部品にも対応できるようにする。

【0009】

更に、ロボット制御装置と情報を送受する手段を設け、前記情報を送受する手段を介してロボット制御装置から送られてくる実際の周辺機器、機械または部品の特徴を作る位置のデータ（例えば、ロボットまたはロボットに装着されたツールにおけるロボットが位置を認識できる部位を、前記周辺機器または機械または部品の3次元モデルに対応した実際の周辺機器、機械または部品の特徴を作る位置と一致するまで移動させ、前記特徴を作る位置を検出し、この検出した位置データ、又は、ロボットにセンサを搭載させ該センサを用いて、前記周辺機器、機械または部品の3次元モデルに対応した実際の周辺機器、機械または部品の特徴を作る位置を検出し、この検出した位置データ）に基づいて前記周辺機器、機械または部品の3次元モデルの形状調整を行う。

【0010】

又、ロボットを用いた作業システムのレイアウトの平面図をスキャナ等で外部から取込み、画面上に表示し、前記レイアウトに合わせてロボットの3次元モデルや周辺機器、機械又は部品の3次元モデルを画面上に配置することで、ロボットを用いた生産システムのモデリングを行う。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の一実施形態のロボットシステム用グラフィック表示装置1の要部ブロック図である。該ロボットシステム用グラフィック表示装置1はプロセッサ10を備え、プロセッサ10にはバス17を介して、ROM11, RAM12, バッテリでバックアップされたCMOSメモリ等で構成された不揮発性メモリ13, 表示装置14, ロボット制御装置等と通信回線で接続される通信インタフェース15, 画像を取り込むスキャナ16等が接続されている。

【0012】

また、表示装置14は、グラフィック制御回路14a、液晶またはCRT等で構成された表示手段14b、キーボード14c、マウス14d等を備え、グラフィック制御回路14a、キーボード14c及びマウス14dはバス17に接続されている。

【0013】

そこで、まず、本発明は、前記不揮発性メモリ13にロボット動作に関する各種周辺機器、機械、部品等の3次元モデルを予め格納しておく。3次元モデルを作成し格納するロボット動作に関する各種周辺機器、機械、部品としては、ロボットの直接作業対象となる自動車の車体や各種機械部品等のワーク、ロボットアーム先端に取り付けるエンドエフェクタのツールを自動的に交換するツール自動交換装置等の周辺機器、ロボットアーム先端に取り付けるエンドエフェクタ及び治具、さらには、ロボット自体がある。本発明では、これらロボット動作に関する物を周辺機器、機械、部品という。

【0014】

そして、これら周辺機器、機械、部品を種類毎に分類し、その3次元モデルを不揮発性メモリ13に格納するようにする。本実施形態では図8に示すように、

ロボットの直接の作業対象になる機械部品等のワークが多いことから、これらワークを「workpiece 1」、「workpiece 2」と2つの類に分け、各ワーク（部品）の3次元モデルを格納するようにした例をあげている。また、周辺機器等の機械は「device」として1分類をも受けている。更に、ロボットアーム先端手首に取り付ける機械のエンドエフェクタは、スポットガン「spotgun」、アークツール「arctool」、ハンドツール「handtool」、その他のツール「tool」とに分け分類している。さらに、治具「jig」及びロボット「robot」の分類を設け、各分類毎にそれぞれ対応する物体の3次元モデルを格納するようにしている。

【0015】

図2は、周辺機器、機械、部品の物体の3次元モデル形状の入力処理を示すフローチャートである。キーボード14b等から物体3次元モデル登録モードを選択すると、プロセッサ10は図2に示す処理を開始する。

まず、物体の分類と物体名さらには部品名及びその形状を入力するようメッセージが表示され、それに基づいて、物体の分類と物体名及びその物体に対して複数の部品がある場合には入力しようとする部品名を入力し、従来と同様にモデリングシステムを用いて物体（部品）の形状を多面体で定義した形式で入力する（ステップA1）。この形状入力終了すると、物体に対する寸法線の定義と物体の形状が変化する際の拘束条件を入力する（ステップA2）。寸法線の定義は、物体の寸法が変化する可能性のある個所の稜線を選択し、寸法線に対する引出線の長さ、寸法線の描画色を設定する。例えば、図9に示すような物体3次元モデル30の形状に対して、この物体に対する座標系原点が頂点P1にあり、頂点P1から頂点P4方向がY軸+方向、頂点P1から頂点P2方向がX軸+方向、頂点P1から頂点P5方向がZ軸-方向であった場合、この種類の物体はそのタイプに応じて形状が変化するとしても、Z軸方向にはこの物体の長さは変化がなく、X、Y軸方向にのみその寸法が変化する可能性がある例を示しており、この場合、変化のある稜線に対して寸法線を定義する。頂点P2、P3間、頂点P1、P2間、頂点P4、P11間、頂点P11、P9間、の4つの寸法線を定義した例を示している。

【0016】

また、拘束条件として、物体に対して設定した寸法が変わると、それにつれて変化するべきものの変化の態様を設定する。この実施形態では、物体の3次元モデルを多面体形状で特定しているから、物体の形状が変化することは頂点から頂点間の寸法が変化することであり、この形状変化のために寸法が変化したとき、座標値が変化するべき頂点の変化の態様を規定する拘束条件を設定する。そして、この形状変化に対する整合性チェック条件をも設定する。図9で示す例で、頂点P1と頂点P2間の寸法線の長さが変わったときの形状作成上の拘束条件は、頂点P1と頂点P2間の寸法線の長さ、即ち、頂点P2のX軸座標値が変わり、それとともに頂点P3、P7、P6のX軸座標値が変わることを意味する。そこで、この頂点P2のX軸座標値と頂点P3、P7、P6のそれぞれのX軸座標値は等しいという拘束条件を設定する。このときの整合性チェック条件として、頂点P2のX軸座標値は頂点P1のX軸座標値より大きいという条件を設定する。

【0017】

同様に、頂点P2、P3間の寸法の変化に対する拘束条件としては、頂点P3のY軸座標値と頂点P7、P9、P10のY軸座標値が等しいという拘束条件が設定される。整合性チェック条件として、頂点P3のY軸座標値は頂点P2のY軸座標値より大きいという条件を設定する。

【0018】

頂点P4、P11間の寸法の変化に対する拘束条件としては、頂点P11のX軸座標値と頂点P9、P10、P12のY軸座標値が等しいという拘束条件が設定される。整合性チェック条件として、頂点P11のX軸座標値は頂点P4のX軸座標値より大きいという条件を設定する。

【0019】

頂点P11、P9間の寸法の変化に対する拘束条件としては、頂点P9のY軸座標値と頂点P3、P7、P10のY軸座標値が等しいという拘束条件が設定される。整合性チェック条件として、頂点P9のY軸座標値は頂点P11のY軸座標値より大きいという条件を設定する。

【0020】

こうして、物体の形状、寸法線の定義、拘束条件、整合性チェック条件が設定されると、プロセッサ 10 は、入力されたデータに基づいて物体形状を特定するデータと前記寸法線定義等のデータを物体ライブラリとして不揮発性メモリ 13 に格納する（ステップ A 3）。格納されるデータは、物体名（物体識別子）と共に位相データ、幾何データ、寸法線データ、拘束条件データ、整合性チェックデータが記憶される。なお、以下識別子を ID という。

【 0 0 2 1 】

位相データとして、部品名（物品 ID）、頂点 ID、稜線 ID、頂点 ID 及びこれら位相データ間のつながり関係を記憶する。これら位相データは、ステップ A 1 で作成された物体を近似した 3 次元モデルの多面体形状より得られるデータである。

【 0 0 2 2 】

幾何データとしては、位相データとして記憶された稜線 ID に対する稜線式、面 ID に対する面の式、頂点 ID に対する 3 次元位置データが格納される。この幾何データも、ステップ A 1 で作成された物体を 3 次元モデルに近似する多面体形状より得られるデータである。

【 0 0 2 3 】

寸法線データとしてはステップ A 2 で設定された寸法線データを記憶するもので、このデータは以下のように記憶される。

「dim, 物体 ID, 部品 ID, 頂点 ID, 頂点 ID, 寸法引出線の方向, 寸法引出線の長さ, 寸法線の色」

例えば、図 9 の頂点 P 1、P 2 間の寸法線の場合、

「dim, test2, Text4, 1, 2, 1, -200, 2」となる。

【 0 0 2 4 】

「dim」は、寸法線を定義するコード、「test2」は物体名を表す物体 ID、「Text4」は部品名を表す部品 ID、次の「1」及び「2」は頂点 P 1、P 2 を表し、寸法値が変化するとき、前の頂点の座標値は変わらず後の頂点の座標値（指令方向の座標値）が変わることを意味する。この例では、頂点 P 1 の座標値は変わらず頂点 P 2 の座標値が変わることを意味する。次の「1」は寸法引出線の方

向を示し、「0」がX軸方向、「1」がY軸方向、「2」がZ軸方向を示す。
また次の「-200」は寸法引出線の長さ、最後の「2」は寸法線の表示色のコードである。上記例では、物体test2の部品Text4の頂点P1とP2間に寸法線が設けられ、その引出線は、Y軸一方向に200の長さでこの引出線及び寸法線の表示色はコード「2」に対応する色で描画する、という寸法線を示すデータが記憶されることになる。

【0025】

また、ステップA2で設定された拘束条件式は、次のようなデータとして記憶される。

「moveabs,物体ID,部品ID,頂点ID,方向,頂点ID,方向,」

例えば、図9の頂点P1、P2間の寸法線の場合の拘束条件は、頂点P2のX軸座標値と頂点P3、P7、P6のX軸座標値が等しいというものであるから、この拘束条件は次のようにして記憶される。

「moveabs,test2,Text4,2,0,3,0

moveabs,test2,Text4,2,0,7,0

moveabs,test2,Text4,2,0,6,0」

「moveabs」は拘束条件のコード、「test2」、「Text4,」は物体ID、部品IDであり、それに続く上記例で、「2,0,3,0」は「頂点P2,方向0,頂点P3,方向0」を示している。方向は「0」がX軸、「1」がY軸、「2」がZ軸を示し、「2,0,3,0」は、頂点P2のX軸座標値と頂点P3のX軸座標値は等しいということを意味している。

【0026】

また、整合性チェックデータは次のようにして記憶される。

「checkifgtpos,物体ID,部品ID,頂点ID,方向,頂点ID,方向,」

この定義式で、先に記載された頂点IDの方向で示される座標軸の値が後で示される頂点IDの方向で示される座標軸の値より大きいときは整合性があり、大きくないときには、不整合であるというチェック式である。方向はX軸を「0」、Y軸を「1」、Z軸を「2」としている。

【0027】

先の例では、

「checkifgtpos, test2, Text4, 2, 0, 1, 0」

となる。この定義式で、「checkifgtpos」は、整合性チェックのコード、この式の後半の「2, 0, 1, 0」により、頂点 P 7 の X 軸の座標値が頂点 P 6 の X 軸座標値より大きいと判断し大きいときには整合性あり、小さいときには整合性なしと判断され、寸法線の長さを入力した際にアラームを出力させるものである。

【 0 0 2 8 】

図 9 示したように 4 つの寸法線が設定された場合には、寸法線データ、拘束条件データ、整合性チェックデータは以下のように物体ライブラリに記憶される。

【 0 0 2 9 】

```
dim, test2, Text4, 1, 2, 1, -200, 2
moveabs, test2, Text4, 2, 0, 3, 0
moveabs, test2, Text4, 2, 0, 7, 0
moveabs, test2, Text4, 2, 0, 6, 0
checkifgtpos, test2, Text4, 2, 0, 1, 0
dimend, test2, Text4, 1, 2, 1, -200, 2

dim, test2, Text4, 2, 3, 0, 200, 2
moveabs, test2, Text4, 3, 1, 7, 1
moveabs, test2, Text4, 3, 1, 10, 1
moveabs, test2, Text4, 3, 1, 9, 1
checkifgtpos, test2, Text4, 3, 1, 2, 1
dimend, test2, Text4, 2, 3, 0, 200, 2

dim, test2, Text4, 4, 11, 1, 200, 2
moveabs, test2, Text4, 11, 0, 9, 0
moveabs, test2, Text4, 11, 0, 10, 0
moveabs, test2, Text4, 11, 0, 12, 0
checkifgtpos, test2, Text4, 11, 0, 4, 0
```

```
dimend,test2,Text4,4,11,1,200,2
```

```
dim,test2,Text4,11,9,0,-200,2
```

```
moveabs,test2,Text4,9,1,3,1
```

```
moveabs,test2,Text4,9,1,7,1
```

```
moveabs,test2,Text4,9,1,10,1
```

```
checkifgtpos,test2,Text4,9,1,11,1
```

```
dimend,test2,Text4,11,9,0,-200,2
```

となる。「dimend」は、寸法線による拘束条件処理の終了を意味するコードである。

【 0 0 3 0 】

ロボット動作に関係する周辺機器、機械、部品等の各種物体を分類してその形状、寸法線、拘束条件、整合性チェックデータ等を上述したように入力し、物体ライブラリとして、各物体の物体形状を特定するための上記位相データ、幾何データ及び寸法線データ、拘束条件データ、整合性チェックデータ等を不揮発性メモリ 1 3 に格納する。なお、こうして物体データが入力されたときには、入力物体形状より、メニュー表示用の物体形状縮小画像が作られ、メニュー用として記憶される。

【 0 0 3 1 】

こうして物体ライブラリが完成し入力されている状態でモニタリング動作を開始する。図 3 は、このモニタリング動作手順を示す流れ図である。

【 0 0 3 2 】

キーボードよりモデリング指令を入力すると、プロセッサ 1 0 は、図 8 に示すように、物体ライブラリメニュー画面を表示装置 1 4 の表示手段 1 4 b に表示する（ステップ B 1）。なお、最初は、物体分類の最初の項目「workpiece 1」が選択状態にあり、この「workpiece 1」に登録されている物体（部品）3 次元モデルの形状メニューが中央部の形状メニュー表示欄 2 1 に表示される。そこで、オペレータは、入力しようとする物体の分類を分類欄 2 0 からマウス 1 4 d 又はカーソル等のポインティングデバイスを用いて選択し、分類欄の各項目が選択

されると、形状メニュー表示欄 21 にはその選択分類項目に対応する物体の 3 次元モデルの形状メニューが表示される。例えば、「workpiece 1」が選択されれば、この分類の「workpiece 1」として登録されているワーク（部品）の 3 次元モデルの形状メニューが表示される。又、例えば、分類項目「spotgun」が選択されると、登録されているスポットガンの 3 次元モデルの形状を表示する形状メニューが形状メニュー表示欄 21 に表示される。又、分類項目「robot」が選択されると、登録されている各種ロボットの 3 次元モデルの形状メニューが形状メニュー表示欄 21 に表示される。そこで、オペレータは、分類項目を選択し、その項目の物体の 3 次元モデルの形状のメニューを表示させ、スクロールバー 22 を操作しメニュー欄 21 の画面をスクロールして、入力しようとする物体の形状に対応するメニューの画面をマウス 14 d 等で選択する。図 8 の例では、「workpiece 1」の物体名「test 2」が選択されている状態を示し、選択物体 ID が選択欄 23 に表示されている（ステップ B 2）。

【0033】

こうして物体 3 次元モデルが選択されると、プロセッサ 10 は、不揮発性メモリ 13 に格納されている物体ライブラリから選択物体 3 次元モデルのデータを読み込み RAM 12 に記憶すると共に、物体 3 次元モデルの位相データ、幾何データに基づいて選択物体 3 次元モデルの形状が表示され、寸法線データに基づいて、寸法線、寸法引出線が表示される（ステップ B 3）。更に、設定されている寸法線データにに対応する稜線の長さを幾何データに記憶する頂点座標位置データに基づいて算出し、設定されている寸法線データに対応する寸法線入力欄にその稜線の長さなどが図 9 に示すように表示される。

【0034】

図 9 において、符号 30 は選択物体 3 次元モデルの形状表示であり、符号 31 は、この表示物体 3 次元モデルの変更可能な寸法の数値入力欄である。なお、図 9 において、頂点 P1～P12 は画面に表示されるものではなく、説明を簡単にする上で、物体ライブラリとして記憶している頂点 ID を参考までに示しているものである。又、寸法数値入力欄 31 には物体ライブラリを作成したときの物体形状より求められた各寸法線の長さ（頂点間の距離）が表示される。

【 0 0 3 5 】

そこで、オペレータは実際に使用する物体の寸法に合わせるため、この表示形状に対して実際の物体に対応した寸法を入力する。この場合、マウス 1 4 d 等で数値入力欄の 1 つを選択すると、その欄の寸法に対応した寸法線、寸法引出線の表示色が変わり、選択する稜線を判別することができる。例えば、図 9 において、寸法 1 の欄を選択すると、この欄に対応した頂点 P 2 と頂点 P 3 間の稜線が選択され、その長さを示す寸法線と寸法引出線の表示色が変化する。色が変化した寸法線の稜線に対応する実際の物体の長さ寸法を入力すれば、寸法数値入力欄 3 1 の対応欄の表示値は入力値に変わる。寸法の変更入力二は順序があり、先に入力した寸法線の寸法と後から入力した寸法線の寸法により、矛盾が生じた場合には、後から入力した寸法線の数値が優先され、各頂点座標値はこの後から入力された寸法値に基づいて変更される。例えば、頂点 P 2 と頂点 P 3 間の寸法線（寸法 1）の数値を入力した後、頂点 P 1 1 と頂点 P 9 間の寸法線（寸法 4）の数値を入力した場合、頂点 P 3，頂点 P 7，頂点 P 9，頂点 P 1 0 の Y 軸座標値は同一でなければならないが、一致しない場合、後に入力した頂点 P 1 1 と頂点 P 9 間の寸法線（寸法 4）の数値を優先し、この数値が使用される。以下、寸法を変更する稜線に対する数値入力終了すると、プロセッサは物体 3 次元モデルのデータとして記憶されている拘束条件データに基づいて、各頂点座標位置を算出し、物体ライブラリから読み込まれ R A M 1 2 に記憶する物体 3 次元モデルのデータの対応する頂点の座標値を変更する。なお、表示形状もこの新たに入力された寸法値に基づいて変更される（ステップ B 4）。

【 0 0 3 6 】

以下、ロボット自体をも含めて、ロボット動作と関係する全ての物体に対してステップ B 1 から B 5 の処理を行い、物体ライブラリから、少なくともロボット本体の 3 次元モデルのデータと、ロボット動作に関係する周辺機器、機械、部品（ワーク）の物体 3 次元モデルのデータを読み出し、寸法の変更があるものは上述した処理で寸法を変更し、必要のないものは物体ライブラリから読み出した物体 3 次元モデルデータをそのまま R A M 1 2 に格納される。

【 0 0 3 7 】

そして、ロボット動作に関係する全ての物体 3 次元モデルのデータを読み出し、寸法変更処理が終了すると（ステップ B 5）、このロボットシステムが設置されるワークセルへの物体配置処理を行う（ステップ B 6）。

【 0 0 3 8 】

このワークセルへの物体配置処理は図 4 に示す処理で、まず、ワークセルのレイアウトの平面図を読み込み表示する（ステップ C 1）。このレイアウトの平面図の読み込みは、いろいろな方法があるが、図 4 に示した例は、C A D 等で作成され記憶されている平面図ファイルより通信インターフェース 1 5 を介して読み込むか、若しくは、フロッピーディスク等の記憶手段から図示していないドライバーを介して読み込む方法と、ペーパー上に描かれたレイアウトの平面図をスキャナ 1 6 で読み込む方法があり、どちらか一つの方法でワークセルのレイアウトの平面図を読み込み表示装置の表示手段 1 4 b に表示させる。

図 1 0 は、ワークセルのレイアウトの平面図の一例を示すもので、この図では、テーブル上のワークに対して、ロボットがアーク溶接作業を行うときのロボット、テーブル、ワーク等のレイアウト平面図を示している。このような平面図が読み込まれ、表示手段 1 4 b に表示される。

【 0 0 3 9 】

次に、表示された平面図のワイヤフレーム上の 3 点を指定しての対象物画像上に面を作成する。又は、ワイヤフレーム上の 3 点を指定して、その 3 点を含む閉じた多角形を検索し、あれば、その多角形により面を作成する（ステップ C 2）。

【 0 0 4 0 】

次にオペレータは、物体をこの平面図上に定義するときには、物体定義指令を入力し、又物体ライブラリから物体 3 次元モデルを読み込み寸法調整が終了した物体 3 次元モデルを配置する場合には、物体配置指令を入力する（ステップ C 3）。

【 0 0 4 1 】

物体定義の場合には、平面図上の作成した面を指定し、高さ方向である Z 軸座標値を入力することにより、指定面を Z 軸方向に指定値だけリフトさせ、この座

標値は記憶される（ステップC 4）。また、リフトした面の形状修正処理を行い（ステップC 5）、この場合の処理は終了する。

【 0 0 4 2 】

物体配置の場合には、平面図に作成した面を指定し、その面に配置対象の物体名（物体 I D）を入力して指定する（ステップC 6）。プロセッサ 1 0 は、この指定された面位置に指定された物体を移動させる（ステップC 7）。なお、複数の物体定義や対象物配置があれば、ステップC 3 ～C 7 の処理が繰り返し実行される。

こうしてワークセルへの物体配置処理が終了すると、図 3 に戻り、外部からの情報による物体 3 次元モデルの形状の変更動作処理が実施される（ステップB 7）。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、物体 3 次元モデルの形状の変更動作処理の流れ図である。実際のロボットのアーム先端に取り付けたツール先端（T C P）を移動させて、実物体の特徴を作る 4 点以上の位置に位置決めタッチアップすることにより 4 点の座標位置を検出する。又はビジョンセンサ等のセンサを用いるときには、このセンサにより実物体の特徴を作る 4 点以上の位置を検出する（ステップD 1）。この検出した 4 点以上の位置データをロボットシステム用グラフィック表示装置 1 にアップロードする（ステップD 2）。

【 0 0 4 4 】

ロボットシステム用グラフィック表示装置 1 では、受信した 4 点以上の位置に対応する物体 3 次元モデルの位置を指定し、この検出点の位置と指定した 3 次元モデル上の位置のずれを求め、指定した点の座標位置が検出した位置になるように前述した拘束条件を用いて 3 次元モデルの各頂点位置を調整する（ステップD 3）。こうして求められた頂点位置に基づいて、R A M 1 2 に記憶する物体データの位相データ、幾何データ、さらには寸法線データ等を変更し、表示手段 1 4 b に表示する物体 3 次元モデルの形状も変更し（ステップD 4）、表示した物体 3 次元モデルの形状と実際の物体の形状を一致させ、物体形状変更動作処理は終了する。

【 0 0 4 5 】

物体 3 次元モデルの形状修正が終了すると、外部からの情報による物体の再配置処理を行う（ステップ B 8）。この処理は、表示した物体 3 次元モデルの配置位置と実際の物体の配置位置とのずれを修正するもので、この処理方法は、図 6 又は図 7 の処理によって行われる。

【 0 0 4 6 】

図 6 の方法は、ロボットアーム先端に取り付けたツール先端（TCP）を移動させ実物体の 3 点以上にタッチアップ（位置決め）し、このタッチアップした点を通信線を介して本ロボットシステム用グラフィック表示装置 1 に送信する（ステップ D 1, D 2）。本装置 1 側では、受信した 3 点の位置よりロボットに対する物体の相対位置を求め（ステップ D 3）、この求めた相対位置に基づいて表示画面上の物体 3 次元モデルのレイアウトを変更する（ステップ D 4）。

【 0 0 4 7 】

図 7 に示す方法は、ビジョンセンサを用いるもので、ビジョンセンサにより物体の位置姿勢を取得し、この取得した位置姿勢を本装置 1 に送信し（ステップ E 1, E 2）、装置 1 側では、受信した物体の位置姿勢に基づいてロボットに対する物体の相対位置を求め（ステップ E 3）、この求めた相対位置に基づいて表示画面上の物体 3 次元モデルのレイアウトを変更する（ステップ E 4）。

以上の処理によって、表示装置 1 4 の表示手段 1 4 b に表示されたロボット、周辺機器、機械、部品等の物体 3 次元モデルの形状、レイアウトと実際の物体の形状とレイアウトはほぼ一致するものとなる。

【 0 0 4 8 】

そこで、ロボットの動作プログラムを従来と同様に作成し（ステップ B 9）、該動作プログラムによるシミュレーションを実行させ、従来と同様に、表示画面上のロボット 3 次元モデルをアニメーション動作させ、該動作プログラムを検証し、修正が必要であれば、プログラムの修正を行い、動作プログラムを完成させる（ステップ B 1 0）。

【 0 0 4 9 】

こうして作成された動作プログラムを通信インターフェース 1 5、通信回線を

介してロボット制御装置にダウンロードし（ステップB 1 1）、ロボット制御装置はダウンロードされた動作プログラムを実行する（ステップB 1 2）。

【0 0 5 0】

上記実施形態においては、各種ロボットの標準的な1タイプ（形状）を3次元モデルとして予め物体ライブラリに格納しておき、使用するロボットの種類、タイプ（形状）に応じて、物体ライブラリに記憶するロボット3次元モデルを選択し寸法を設定して、使用するロボットの3次元モデルとしたが、使用ロボットに変更がないような場合には、この使用ロボットの3次元モデルを作成して記憶しておき、物体ライブラリから作成することなく、直接この記憶するロボット3次元モデルを読み出すようにしてもよい。

【0 0 5 1】

又、物体ライブラリに登録されていないロボットや、周辺機器、機械、部品等が新たに生じた場合には、図2に示す動作処理によってこの新たな物体の3次元モデルを物体ライブラリに追加することによって、ロボット、周辺機器、機械、部品（ワーク）の変化に対応させる。

【0 0 5 2】

【発明の効果】

本発明においては、ロボット動作のアニメーション動作させる場合に必要な、ロボット自体やロボットの周辺機器、機械、部品（ワーク）の形状モデルを容易に作成することができるので、ロボット動作のアニメーション画面の作成が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のロボットシステム用グラフィック表示装置の一実施形態の要部ブロック図である。

【図2】

同実施形態における物体ライブラリを作成する手順処理のフローチャートである。

【図3】

同実施形態におけるモデリング処理手順のフローチャートである。

【図 4】

同実施形態におけるワークセルへの物体配置処理のフローチャートである。

【図 5】

同実施形態における物体 3 次元モデル形状変更動作処理の流れ図である。

【図 6】

同実施形態におけるロボットのタッチアップによって、物体の再配置を行う処理のフローチャートである。

【図 7】

同実施形態におけるビジョンセンサを用いて物体の再配置を行うときの処理のフローチャートである。

【図 8】

同実施形態における物体ライブラリメニュー画面の説明図である。

【図 9】

同実施形態における選択物体モデルの表示画面の説明図である。

【図 1 0】

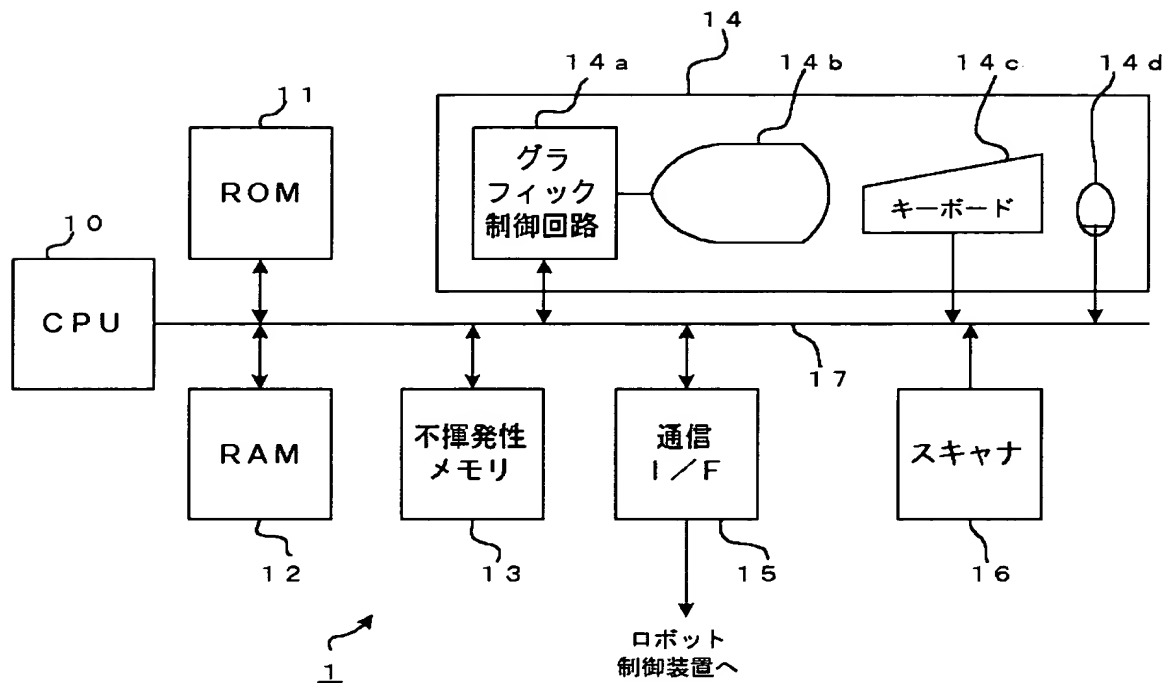
同実施形態におけるワークセルの平面図の説明図である。

【符号の説明】

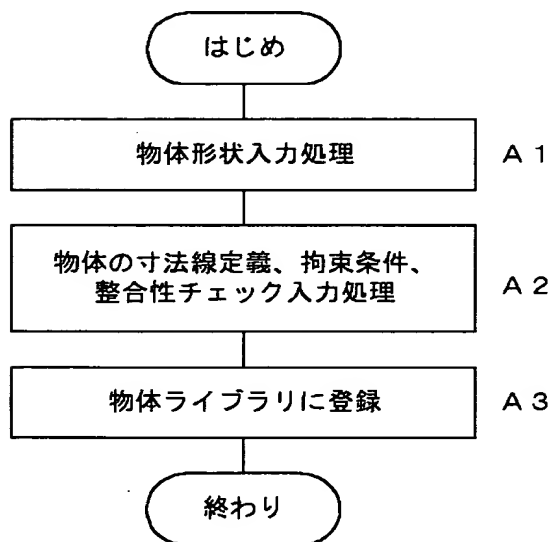
- 1 ロボットシステム用グラフィック表示装置
- 1 4 表示装置
- 1 4 b 表示手段
- 2 0 分類項目表示欄
- 2 1 物体 3 次元モデルメニュー表示欄
- 3 0 物体 3 次元モデル
- 3 1 寸法入力欄

【書類名】 図面

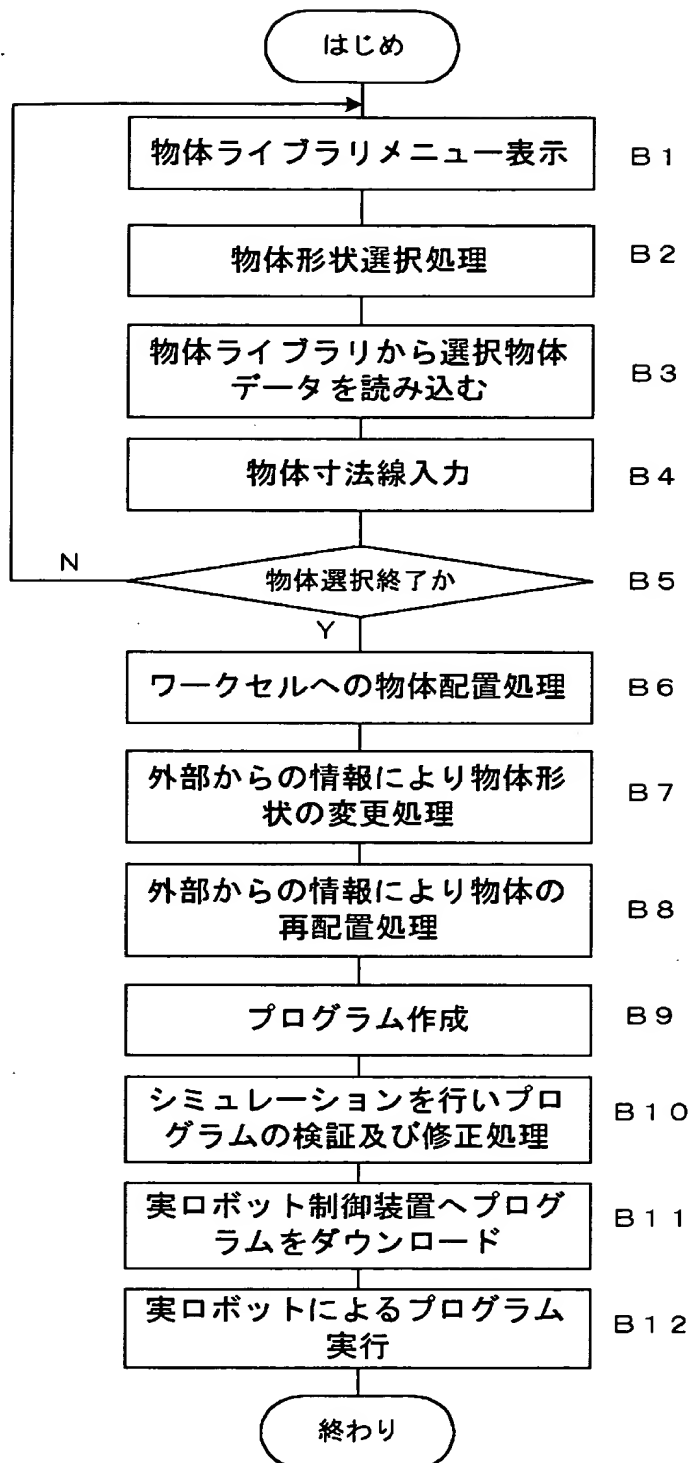
【図 1】



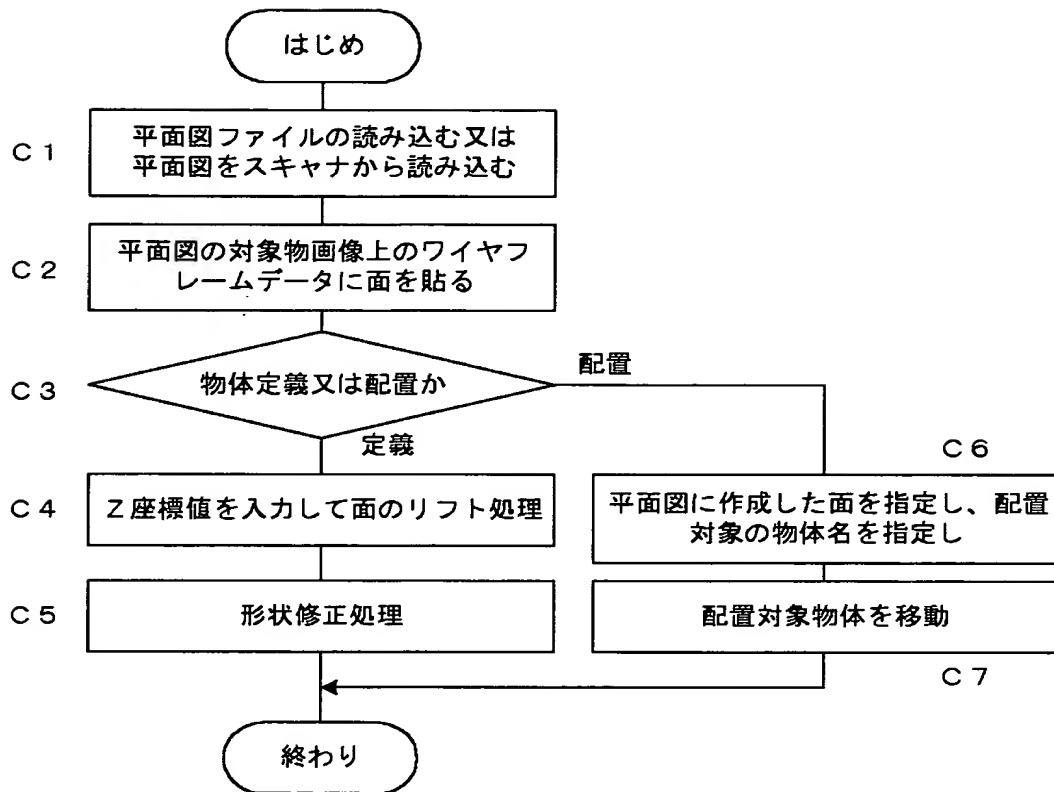
【図 2】



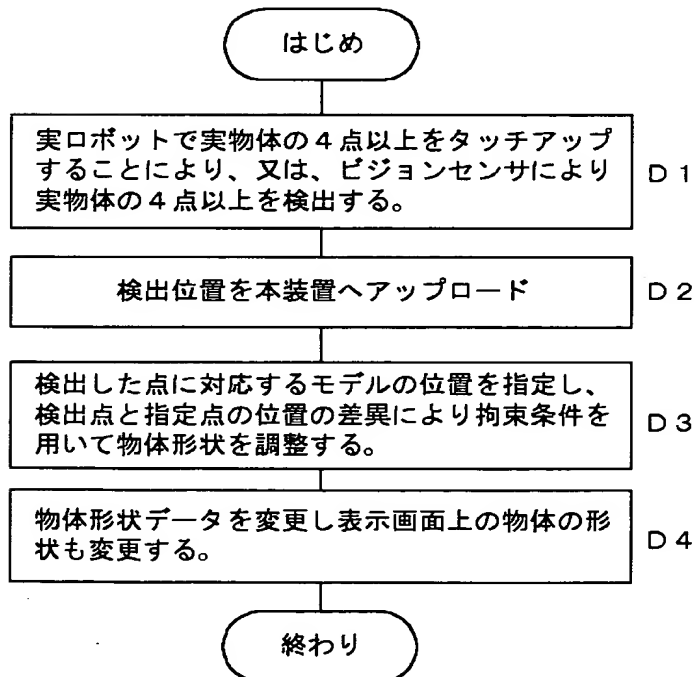
【図 3】



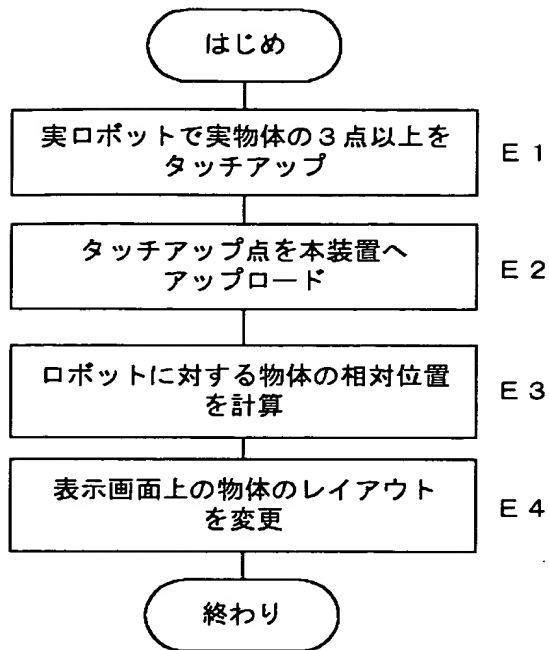
【図 4】



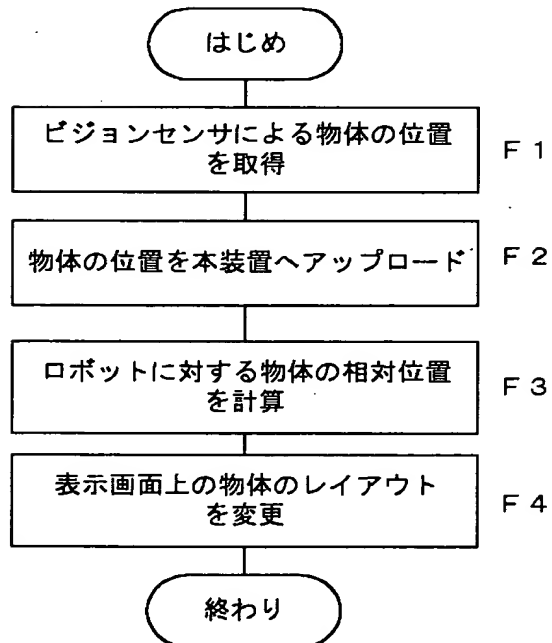
【図 5】



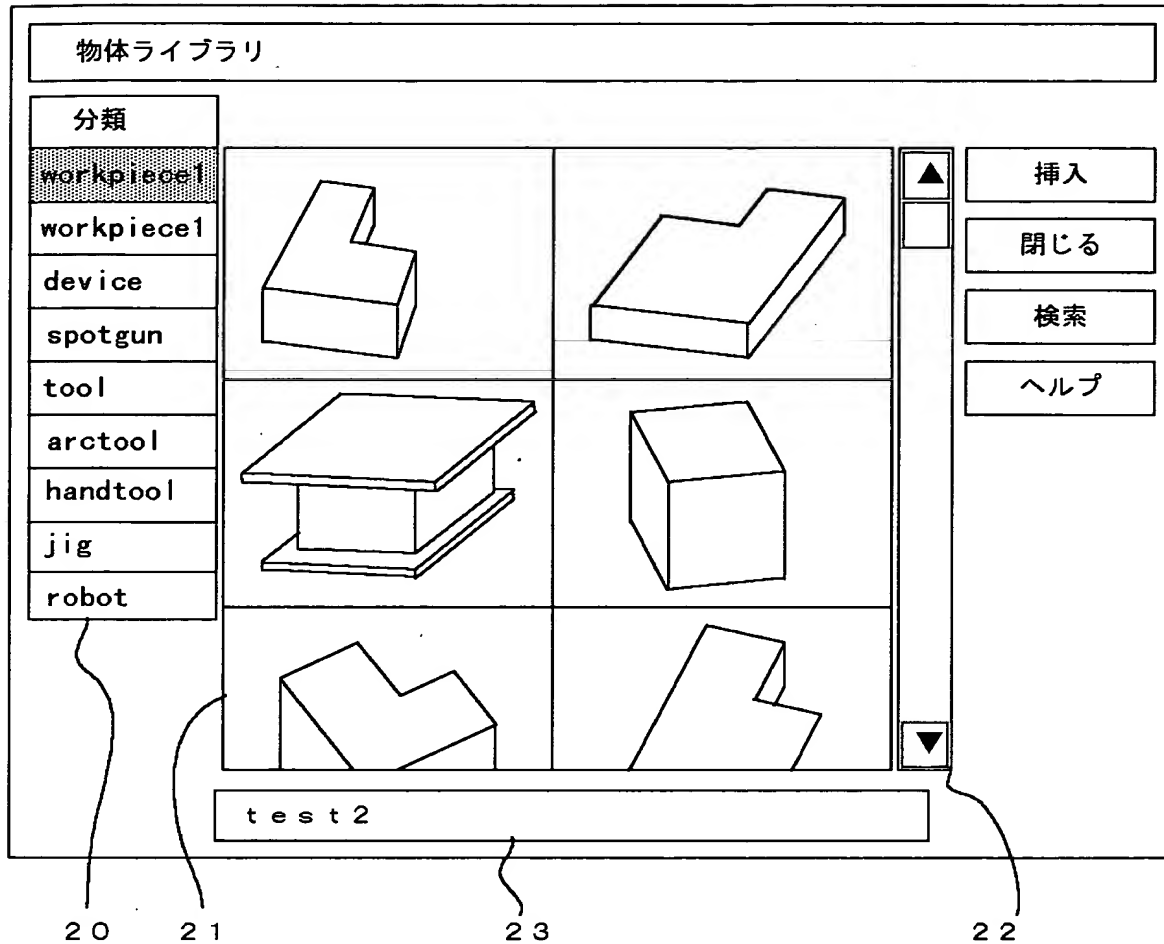
【図 6】



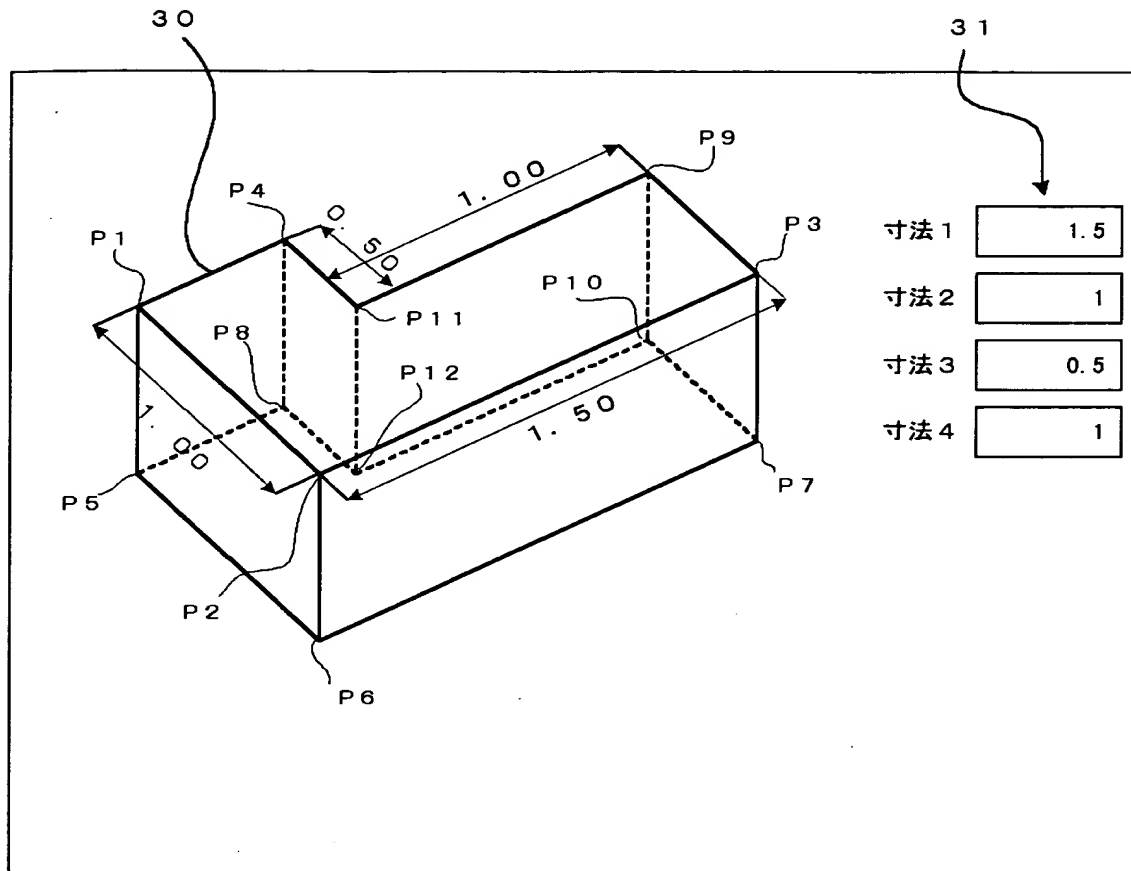
【図 7】



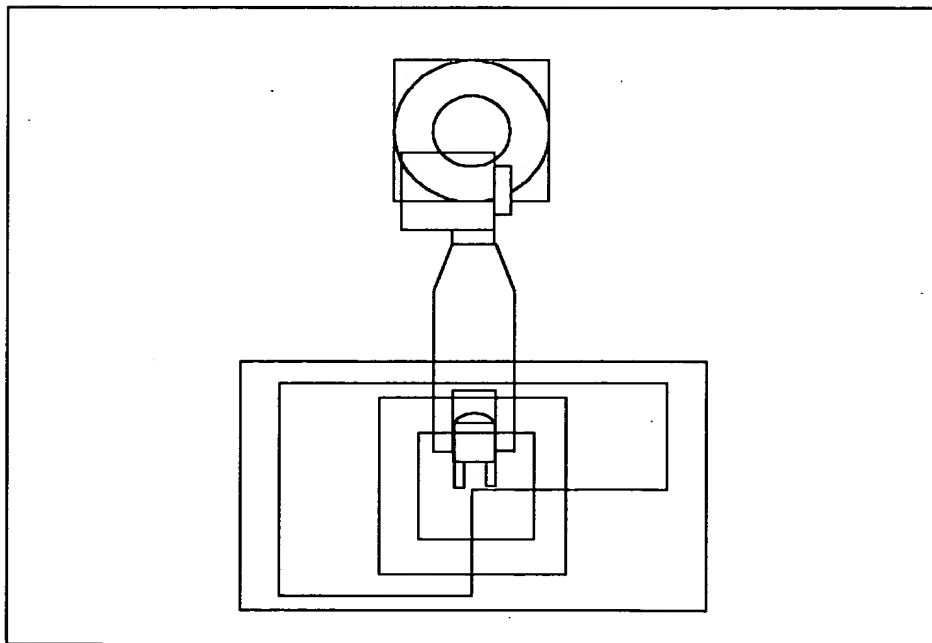
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロボット動作をアニメーション動作させてシミュレートする際の物体 3 次元モデルの設定、変更を容易にする。

【解決手段】 ロボット本体、ロボットの周辺機器、機械、部品（ワーク）などの物体の各種タイプの 3 次元モデルを物体ライブラリとして予め記憶しておく。又、物体ライブラリには、寸法の変更可能な稜線に対する寸法線データ、稜線の寸法が変更されると、座標位置が変更になる頂点を拘束する拘束条件を記憶しておく。物体ライブラリから、使用する物体の形状とに適合する形状（寸法のみが異なる形状）のモデルを選択し（B 1 ～ B 3）、寸法を設定する（B 4）。設定寸法に変えることによりで実際の物体の形状とモデルの形状がほぼ一致する。この寸法調整したモデルによって、ロボット動作のアニメーション動作の画面を構成する。ロボット動作に関する各種物体の 3 次元モデルの設定が容易となる。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第289508号
受付番号	59900995583
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成11年10月14日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年10月12日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日	1990年10月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
氏 名	ファナック株式会社